

Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan – Semarang, 20 Mei 2009

## KARAKTERISTIK DAYA IKAT SERAT DARI BEBERAPA BAHAN PAKAN HASIL SAMPING AGROINDUSTRI TERHADAP KALSIUM

*(Characteristic of Binding Capacity of Fiber Sources from Some Agroindustry Byproduct)*

**E. Pangestu, J. Achmadi, F. Wahyono dan L.K. Nuswantara**

Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro

### ABSTRAK

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Mei hingga November 2008. Tujuan penelitian untuk mengkaji kapasitas ikat serat bahan pakan hasil samping agroindustri dengan Ca serta interaksi antar kedua nutrien dalam penyediaan Ca pada ternak. Bahan pakan yang dievaluasi dedak gandum, dedak padi, onggok, bungkil kelapa, bungkil sawit dan bungkil kedelai. Penentuan kapasitas ikat serat terhadap Ca mengikuti prosedur Weber *et al.* (1993), dan variabel yang diukur kandungan Ca pakan, Ca dalam serat, Ca endogenus, kapasitas ikat serat terhadap Ca, dan Ca setelah reacid washing. Data yang ada diolah melalui program Costat. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan Ca dalam semua variabel yang diukur antar bahan pakan berbeda. Kandungan Ca dalam bahan pakan terendah pada dedak padi (2,61%) dan tertinggi bungkil kedelai (8,23%), demikian pula Ca yang terikat serat. Kandungan Ca endogenus terendah pada bungkil kelapa (0,55%) dan tertinggi bungkil kedelai (2,43%). Kapasitas ikat serat terhadap Ca pada kondisi asam terendah pada dedak padi (2,12%) dan tertinggi pada bungkil kedelai (6,44%), sedangkan pada kondisi basa, terendah pada dedak gandum (1,73%) dan tertinggi pada bungkil sawit (6,11%). Kesimpulan penelitian adalah kapasitas ikat serat terhadap Ca dipengaruhi oleh pH dan komponen serat bahan pakan hasil samping agroindustri.

Kata kunci : kapasitas ikat serat, kalsium, pH, pakan

### ABSTRACT

This research has done from May until November 2008. The objective of this research is to examine binding capacity of agro-industry byproduct fiber with calcium (Ca) as well as the interaction of both nutrient in supplying Ca for livestock. Feeding materials which had been evaluated are wheat-bran, rice-bran, cassava waste, coconut meal, palm kernel cake and soybean meal. In determining binding capacity with Ca, we use Weber *et al.* (1993) procedure, while variable which measured are Ca content feeds, Ca in fiber, Ca endogenous, binding capacity of fiber sources to Ca, and Ca after re-acid washing. The data processed by Costat computer program. The results showed that Ca content in all measured variables in every feeds materials are different. The lowest Ca content is in rice bran (2.61%), while the highest one is in soybean meal (8.23%), and so is Ca which is tight with fiber. The lowest Ca endogenous content is in coconut meal (0.55%), while the highest one is in soybean meal (2.43%). The lowest binding capacity fiber sources to Ca in acid condition is in rice bran (2.12%) and the highest is in soybean meal (6.44%). While in alkali condition, the lowest is in wheat bran (1.73%) and the highest one is in palm kernel cake (6.11%). This research conclude that binding capacity of fiber sources to Ca affected by pH and each component of agro industry byproduct fiber.

Keywords: fiber binding capacity, Calcium, pH, feed

## PENDAHULUAN

Hasil samping agroindustri saat ini telah menjadi andalan utama sebagai sumber bahan pakan, baik bagi ternak ruminansia maupun nonruminansia. Hal tersebut disebabkan biji-bijian yang dapat diberikan pada ternak, pemanfaatannya telah bersaing dengan manusia, sehingga harganya menjadi tidak terjangkau. Bahan baku untuk pakan/konsentrat umumnya disusun dari hasil samping agroindustri. Kebanyakan hasil samping agroindustri yang dimanfaatkan sebagai suplemen energi dan protein ransum, mempunyai kandungan serat (NDF=neutral detergent fiber) tinggi. Hal tersebut dapat dijumpai pada pakan jadi yang diproduksi oleh KUD Tanjungsari, Kabupaten Sumedang dan konsentrat yang disalurkan oleh KUD Selo, Kabupaten Boyolali, masing-masing mengandung NDF 64.94 dan 66.12% (Pangestu *et al.*, 2001 dan Pangestu *et al.*, 2003).

Hasil samping agroindustri mengandung serat berbeda, demikian pula degradasi masing-masing bahan di dalam saluran pencernaan juga berbeda, bergantung pada fraksi penyusun serat dan keterikatannya dengan lignin (Pangestu, 2005).

Ternak nonruminansia tidak mampu mencerna serat, sedangkan pada ternak ruminansia, tidak seluruh serat dapat didegradasi oleh mikrobial di dalam rumen, sehingga sebagian serat pakan masuk ke dalam intestinum. Kajian Pangestu (2005) secara *in sacco* menunjukkan bahwa fraksi serat (NDF) bahan pakan hasil samping agroindustri yang potensial untuk didegradasi di dalam rumen berbeda antar bahan pakan tersebut, berkisar antara 16,9 dan 78,5%, sehingga masih banyak komponen serat yang masuk ke dalam intestinum dan tidak dapat dicerna.

Mineral Ca merupakan unsur mikronutrien yang esensial dalam ransum maupun proses metabolisme. Mineral ini mempunyai peran luas dalam jaringan ternak,

sebab menyusun berbagai macam enzim dan organ penting tubuh. Konsumsi mikronutrien pada ternak akan berpengaruh pada statusnya. Di dalam tubuh ternak, status mikronutrien dibedakan pada 3 kondisi. Pertama, jika konsumsi nutrien rendah, secara klinis ternak akan menunjukkan gejala-gejala defisiensi mikronutrien tersebut. Kedua, bila konsumsi mikronutrien marginal hingga cukup, gejala subklinis akan muncul, tetapi konsumsi mikronutrien tersebut masih cukup untuk pertumbuhan dan menjaga fertilitas ternak. Ketiga, konsumsi mikronutrien yang optimal akan menjadikan ternak dalam status sehat dan kemampuan imunitasnya tinggi (Scaletti *et al.*, 1999). Serat dalam ransum mempunyai kapasitas tukar kation, sehingga berpotensi mengurangi ketersediaan mineral dalam ransum (Weber *et al.*, 1993, Idouraine *et al.*, 1996, Ibrahim *et al.*, 1998). Dinyatakan Weber *et al.* (1993), serat dapat mengikat mineral di dalam usus kecil dan atau usus besar dan mendorong peningkatan ekskresinya melalui feses dan elektrolit. Daya ikat serat terhadap mineral dipengaruhi oleh jumlah, jenis serat, sumber serat yang dikonsumsi, lama kajian dan kondisi-kondisi saat pengkajian (konsentrasi mineral) dan komponen lain yang mampu memengaruhi daya ikat (Weber *et al.*, 1993, Idouraine *et al.*, 1996). Kajian Idouraine *et al.* (1996) menunjukkan, serat dedak gandum mengikat mineral Ca, Cu dan Zn lebih banyak dibanding serat dedak padi.

Ligan atau senyawa organik, dapat membentuk ikatan kompleks dengan metal bervalensi dua. Kekuatan ikatan antara ion metal dan senyawa organik dibedakan atas tiga kategori (Madsen, 1988). Pertama, ikatan yang lemah. Karakter ikatan lebih banyak bersifat ionik antara 2 gugus oksigen dengan metal. Kedua, ikatan relatif kuat. Karakter ikatan bersifat kovalen antara metal dengan gugus N dan oksigen yang bersifat ionik. Ketiga, ikatan sangat kuat, karakter ikatan bersifat kovalen antara metal dengan gugus S dan N senyawa organik, dan ikatan ini lebih

stabil. Kebutuhan mineral Ca selain dipengaruhi oleh level serat ransum, juga dipengaruhi oleh level protein ransum. Dinyatakan oleh Kelsay (1982), pengaruh serat pada keseimbangan mineral bergantung pada beberapa faktor, yakni macam serat, level konsumsi serat, level konsumsi mineral, lama konsumsi, ada tidaknya agen lain yang mengikat mineral, ada tidaknya asam fitat dan oksalat.

Suplementasi mineral (Ca) dalam pakan ternak telah banyak dilakukan, tetapi seringkali tidak memberikan hasil yang optimal, misalnya sering terjadi milk fever pada sapi laktasi atau pembentukan cangkang telur yang lembek. Ada beberapa hal yang mengakibatkan suplementasi mineral Ca tersebut tidak optimal. Pertama, sebagian Ca pakan secara alami terikat bersama serat (karbohidrat nonstruktural di dalam pakan), yang sulit dicerna di dalam intestinum dan kondisi tersebut tidak dipahami oleh peternak. Kedua, adanya serat pakan di dalam intestinum yang tidak tercerna akan mengikat Ca, sehingga menghambat absorpsi Ca. Oleh sebab itu meski pakan sudah mendapat suplementasi Ca, performans ternak belum menunjukkan hasil yang diharapkan. Mengingat permasalahan tersebut sudah sepatutnya perlu segera dilakukan kajian mengenai daya ikat serat terhadap mineral Ca dari bahan pakan hasil samping agroindustri. Bahan pakan hasil samping agroindustri merupakan bahan utama dalam penyusunan pakan komplit dan konsentrat untuk ternak di Indonesia, namun potensi mikro nutrisi dan interaksinya dengan serat belum banyak dikaji. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji kapasitas ikat serat bahan pakan hasil samping agroindustri dengan kalsium (Ca) serta interaksi antar kedua nutrisi dalam penyediaan Ca pada ternak. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan kebijakan dalam formulasi dan suplementasi mineral (Ca) ke dalam ransum, sehingga dapat dicapai efisiensi pakan yang tinggi.

## MATERI DAN METODE

Kegiatan penelitian dengan topik Karakteristik daya ikat serat dari beberapa bahan pakan hasil samping agroindustri terhadap mineral Ca telah dilaksanakan pada bulan Mei hingga November 2008. Pelaksanaan penelitian dibagi dalam beberapa tahap kegiatan yang dilakukan secara simultan. Tahap pertama, kegiatan penelitian diawali dengan pemilihan bahan pakan yang sering dimanfaatkan untuk pakan dari hasil samping agroindustri. Bahan pakan tersebut adalah dedak gandum (*wheat brand*), dedak padi, onggok, bungkil kelapa, bungkil inti sawit dan bungkil kedelai. Bahan pakan diperoleh dari wilayah Boyolali. Di Laboratorium Biokimia Nutrisi, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang, bahan pakan tersebut selanjutnya dipreparasi untuk dilakukan evaluasi secara kimiawi pada tahap kegiatan berikutnya. Preparasi/ penggilingan bahan pakan yang telah dilakukan disaring dan lolos pada saringan dengan diameter 2 mm (Harris, 1970). Tahap kedua, evaluasi kimiawi bahan pakan. Analisis kimia guna mengetahui kandungan nutrisi pakan (bahan kering, bahan organik, protein kasar, lemak, serat kasar dan abu) dilakukan secara proksimat (Weende system). Analisis serat NDF (neutral detergent fiber) dan ADF (acid detergent fiber) dilakukan sesuai metoda Van Soest (Harris, 1970). Kandungan isi sel diperoleh dengan cara bahan kering (100%) dikurangi kandungan NDF (dasar bahan kering). Kandungan hemiselulosa merupakan selisih antara kandungan NDF dan ADF. Analisis selulosa dilakukan dengan cara residu ADF dilarutkan dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72%, sehingga kandungan selulosa merupakan selisih antara residu ADF dan residu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Kandungan lignin diperoleh dari residu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dikurangi dengan abu residu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Analisis mineral digunakan AAS (AOAC, 2000) guna

mengetahui kandungan mineral Ca pada bahan pakan dan residu NDF bahan pakan. Tahap ketiga, dilakukan pengukuran kapasitas ikat serat bahan pakan terhadap Ca. Sampel bahan pakan yang akan dievaluasi masing-masing direbus dalam larutan deterjen netral selama 1-2 jam dan diulang sebanyak 6-7 kali hingga diperoleh kadar serat NDF >94%. Serat yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk pengukuran kapasitas ikat serat terhadap mineral Ca secara *in vitro* (Idouraine, 1996). Untuk mengetahui porsi serat yang kuat dalam mengikat serat, sampel total binding diinkubasikan kembali dengan asam (1% HCl) selama semalam dalam shakerbath, kemudian dikeringudarkan dan diambil sampel untuk analisis mineral Ca dan kadar air. Dalam pengukuran ini diperoleh kandungan Ca dari sampel *endogenous*, *acid wash*, *binding* dan *re-acid wash*.

Data yang terkumpul selanjutnya dilakukan analisis ragam dalam rancangan acak lengkap dengan program komputer CoStat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Ca Bahan Pakan Hasil Samping Industri Pertanian

Kandungan Ca bahan pakan dari hasil samping industri pertanian yang diteliti, disajikan pada Tabel 1. Tampak bahwa kandungan Ca dalam bahan-bahan pakan

tersebut bervariasi. Kandungan Ca tertinggi ditunjukkan pada bungkil kedelai (8,23%), diikuti oleh bungkil sawit (6,89%), onggok (5,38%), bungkil kelapa (3,26%), dedak gandum (3,18%) dan terendah dedak padi (2,61%). Perbedaan kandungan Ca tersebut dipengaruhi oleh jenis bahan pakan dan macam/ cara pengolahan biji-bijian tanaman (Underwood dan Suttle, 1999). Jika melihat kandungan Ca di dalam bahan pakan saja, maka kandungan Ca dari bahan pakan hasil samping industri pertanian yang dievaluasi cukup untuk memenuhi kebutuhan ternak, artinya jika bahan pakan tersebut diberikan pada ternak, secara kuantitatif bahan pakan tersebut tampak mampu mencukupi kebutuhan Ca dari ternak, khususnya untuk ruminansia. Meski demikian sering dijumpai bahwa pemberian ransum yang disusun dari bahan-bahan pakan tersebut masih ditambahi dengan suplemen mineral campuran.

Dari keenam bahan pakan yang dievaluasi, bahan pakan sumber protein dari hasil samping industri pertanian (bungkil kedelai, bungkil kelapa dan bungkil sawit) umumnya tampak lebih kaya mengandung Ca dibanding bahan pakan sumber energi (dedak padi, dedak gandum dan onggok). Hasil penelitian tersebut tampaknya sejalan dengan Underwood dan Suttle (1999) yang mengkaji pada hijauan/ rumput bahwa kandungan Ca pada leguminosa umumnya lebih tinggi dibanding pada rumput (graminea).

Tabel 1. Kandungan Ca Bahan Pakan

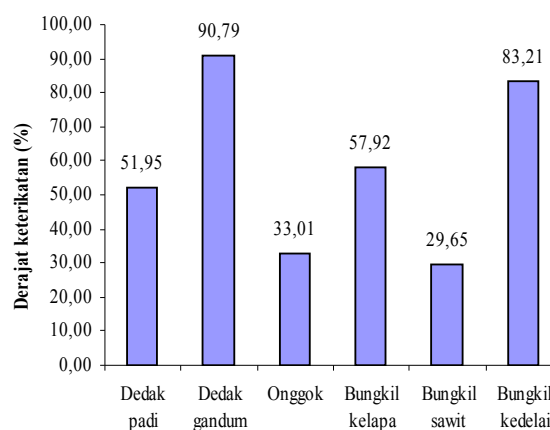
Bahan Pakan	Kandungan Nutrien			
	B K %	NDF	Ca pakan	Ca NDF
Dedak padi	93,27	37,72	2,61	1,36 <sup>d</sup>
Dedak gandum	89,55	29,85	3,18	2,89 <sup>b</sup>
Onggok	90,71	30,28	5,38	1,78 <sup>cd</sup>
Bungkil Kelapa	95,95	50,88	3,26	1,89 <sup>c</sup>
Bungkil Sawit	91,3	72,33	6,89	2,04 <sup>c</sup>
Bungkil Kedelai	91,23	13,82	8,23	6,85 <sup>a</sup>

### Kandungan Ca dalam Dinding Sel (NDF)

Pada Tabel 1 tampak pula bahwa sebagian Ca bahan pakan terikat bersama dinding sel tanaman (NDF). Hal tersebut menunjukkan bahwa Ca ikut menyusun bagian struktural dinding sel tanaman. Pada Tabel 1 tampak pula bahwa kandungan NDF antar bahan pakan dari hasil samping industri pertanian berbeda. Kandungan NDF tertinggi dijumpai pada bungkil sawit (72,33%), diikuti oleh bungkil kelapa (50,58%), dedak padi (37,72%), onggok (30,28%), dedak gandum (29,85%) dan terendah bungkil kedelai (13,82%). Fraksi kimia di dalam NDF adalah pektin, selulosa, hemiselulosa dan lignin, sedangkan fraksi kimia dari ADF (acids detergent fibers) adalah selulosa dan lignin (Beauchemin, 1996; Chalupa *et al.*, 1996). Kandungan komponen serat dari masing-masing bahan pakan tersebut juga berbeda. Kandungan Ca di dalam NDF dari bahan pakan hasil samping industri pertanian yang dievaluasi tertinggi dijumpai pada bungkil kedelai (6,85%) dan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dibanding bahan pakan yang lain, demikian pula kandungan Ca di dalam NDF dari dedak gandum (2,89%) nyata lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dibanding bungkil sawit (2,04%), bungkil kelapa (1,89%), onggok (1,78%) dan dedak padi (1,36%). Kandungan Ca di dalam NDF antara bungkil kelapa dengan onggok tidak berbeda, demikian pula antara onggok dengan dedak padi, tetapi antara bungkil kelapa dengan dedak padi menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ). Data pada Tabel 1 menunjukkan pula bahwa tidak ada hubungan antara kandungan NDF bahan pakan dengan kandungan Ca, meski ada sebagian Ca yang terkandung di dalam NDF. Kandungan Ca di dalam NDF dapat mengindikasikan ketersediaan Ca bagi ternak. Hal tersebut dapat pula menunjukkan derajat keterikatan Ca di dalam NDF.

Derajat keterikatan Ca di dalam dinding sel tanaman antar bahan pakan tersebut

berbeda (Ilustrasi 1). Pada dedak gandum, Ca yang terikat dinding sel tanaman, paling tinggi diantara bahan pakan yang dievaluasi, yakni mencapai 90,79% dari 3,18%.



Ilustrasi 1. Derajat Keterikatan Ca di Dalam Dinding Sel Tanaman

Pada bungkil kedelai, derajat keterikatan Ca di dalam dinding sel tanaman juga tinggi, sebesar 83,21% dari Ca di dalam bahan pakan, kemudian diikuti oleh bungkil kelapa 57,92%, dedak padi 51,59%, onggok 33,01% dan bungkil sawit 29,65%. Dedak gandum, bungkil kedelai, bungkil kelapa dan dedak padi meski mempunyai kandungan Ca cukup tinggi namun keberadaannya bersama dinding sel tanaman (NDF) juga tinggi, lebih dari 50%, dengan demikian diduga ketersediaannya bagi ternak menjadi rendah. Ketersediaan Ca bahan pakan yang rendah tersebut disebabkan tidak semua ternak mampu mendegradasi serat NDF, khususnya nonruminansia. Kajian Pangestu (2005) terhadap degradabilitas serat NDF secara *in sacco* menunjukkan adanya variasi antar bahan pakan hasil samping industri pertanian dan hijauan. Fraksi NDF yang potensial didegradasi (a+b) dari bahan pakan yang dievaluasi tersebut berkisar antara 16,9 dan 85,1%. Degradabilitas NDF dari bahan pakan sumber protein umumnya lebih tinggi dibanding bahan pakan sumber energi.

Tabel 2. Daya Ikat Serat pada Mineral Ca

Bahan Pakan	Ca endogenus	Ca binding		Ca reacid	
		pH asam	pH basa	pH asam	pH basa
Dedak padi	0,72 <sup>b</sup>	2,12 <sup>d</sup>	1,98 <sup>cd</sup>	0,46 <sup>a</sup>	1,22 <sup>b</sup>
Dedak gandum	0,81 <sup>b</sup>	5,8 <sup>ab</sup>	1,73 <sup>d</sup>	1,18 <sup>b</sup>	0,66 <sup>bc</sup>
Onggok	0,84 <sup>b</sup>	5,27 <sup>b</sup>	5,89 <sup>a</sup>	1,24 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>
Bungkil kelapa	0,55 <sup>b</sup>	4,46 <sup>c</sup>	2,52 <sup>c</sup>	1,77 <sup>b</sup>	0,63 <sup>bc</sup>
Bungkil sawit	0,81 <sup>b</sup>	6,32 <sup>d</sup>	6,11 <sup>a</sup>	1,43 <sup>b</sup>	0,11 <sup>c</sup>
Bungkil kedelai	2,43 <sup>a</sup>	6,44 <sup>a</sup>	5,17 <sup>b</sup>	1,37 <sup>b</sup>	1,82 <sup>a</sup>

Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ )

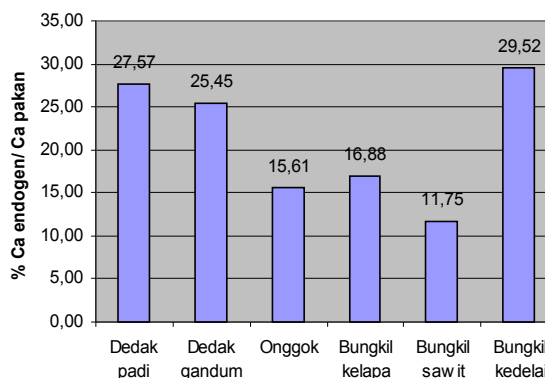
Dengan memerhatikan kandungan Ca di dalam NDF tersebut (derajat keterikatan Ca dalam NDF), maka ketersediaan Ca dapat diprediksikan.

Pada Tabel 2 tampak bahwa Ca endogenus pada bungkil kedelai (2,43%) nyata lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dibanding dedak padi (0,72%), dedak gandum (0,81%), onggok (0,84%), bungkil kelapa (0,55%) dan bungkil sawit (0,81%), sedangkan diantara lima bahan pakan terakhir tidak menunjukkan adanya perbedaan. Kalsium endogenus adalah Ca yang terikat kuat di dalam serat, tidak larut di dalam larutan deterjen netral dan asam kuat (HCl 0,3 N). Dengan demikian Ca endogenus sangat sulit untuk dapat dimanfaatkan oleh ternak.

Berdasar pada derajat keterikatan atau rasio Ca endogenus dengan Ca total dari bahan pakan, maka urutan tingkat ketersediaan Ca menjadi bergeser (Ilustrasi 2). Rasio Ca endogen dengan Ca total bungkil kedelai masih tetap yang tertinggi (29,52%), diikuti oleh dedak padi (27,57%), dedak gandum (25,45%), bungkil kelapa (16,88%), onggok (15,61%) dan bungkil sawit (11,75%).

Data tersebut memberi arti bahwa meski bungkil kedelai mempunyai kandungan Ca yang tinggi, namun ketersediaan Ca untuk

dapat dicerna dan dimanfaatkan oleh ternak tergolong rendah, demikian pula dengan bahan pakan lain, yang mempunyai Ca banyak terikat serat NDF dan Ca endogenusnya tinggi.

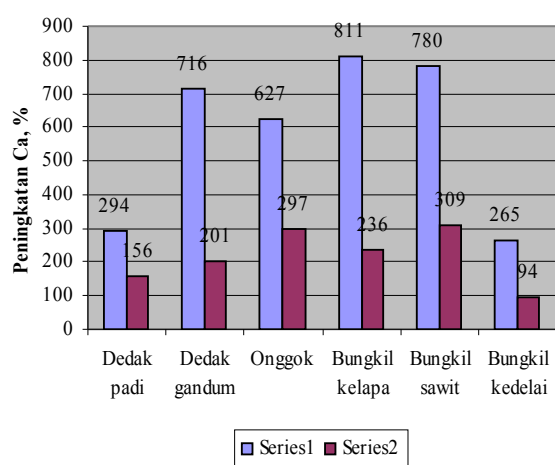


Ilustrasi 2. Rasio Ca Endogen dengan Ca Pakan (%)

### Kapasitas Ikat Serat pada Ca

Pada Tabel 2 tampak bahwa kapasitas ikat serat, baik pada suasana asam maupun basa, antar bahan pakan hasil samping industri pertanian berbeda ( $p < 0,05$ ). Pada suasana asam kapasitas ikat serat bungkil kedelai terhadap Ca paling tinggi (6,44%) dan paling

rendah pada dedak padi (2,12%). Berdasar hasil analisis ragam kapasitas ikat serat dari bungkil kedelai terhadap Ca tidak berbeda nyata dengan bungkil sawit (6,32%) dan dedak gandum (5,80%). Kapasitas ikat serat terhadap Ca dari bungkil kedelai dan bungkil sawit berbeda nyata lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dibanding dengan onggok (5,27%), bungkil kelapa (4,46%) dan dedak padi (2,12%), demikian pula antara onggok dengan bungkil kelapa dan dedak padi, dan antara bungkil kelapa dengan dedak padi.

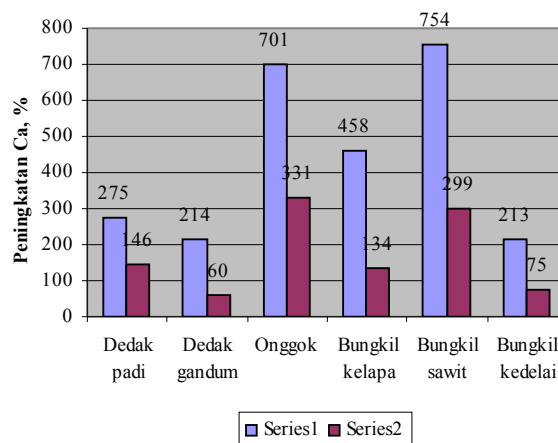


Ilustrasi 3. Peningkatan Kapasitas Ikat Serat terhadap Ca pada Kondisi Asam Dibanding Ca Endogenus (biru), dan Ca dalam NDF (merah).

Kapasitas ikat serat bahan pakan hasil samping agroindustri terhadap Ca (Ilustrasi 3) mempunyai peningkatan yang bervariasi, baik dibanding Ca endogenus maupun Ca dalam NDF. Dibanding dengan Ca endogenus, peningkatan pengikatan Ca tertinggi pada serat bungkil kelapa, lebih dari 8 kali (811%) dan terendah pada serat bungkil kedelai (265%), sedangkan dibanding dengan Ca dalam NDF peningkatan tertinggi pada serat bungkil sawit (309%), dan terendah pada bungkil kedelai (94%). Kedua data tersebut menunjukkan bahwa pada suasana asam, kemampuan mengikat serat yang berbeda antar bahan pakan hasil samping agroindustri

bergantung pada kondisi serat, utamanya gugus ikatan yang bersifat asam dan menggantikan posisi ion  $H^+$  (Madsen, 1988).

Pada suasana basa kapasitas ikat serat terhadap mineral Ca juga berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) antar bahan pakan hasil samping agroindustri (Tabel 2). Kapasitas ikat serat bungkil sawit terhadap Ca paling tinggi (6,11%), diikuti oleh onggok (5,89%). Kapasitas ikat serat terhadap Ca dari kedua bahan pakan tersebut berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dibanding bungkil kedelai (5,17%), bungkil kelapa (2,52%), dedak padi (1,98%) dan dedak gandum (1,73%), demikian pula antara bungkil kedelai dengan bungkil kelapa, dedak gandum dan dedak, dan antara bungkil kelapa dengan dedak gandum dan dedak padi.



Ilustrasi 4. Peningkatan Kapasitas Ikat Serat terhadap Ca pada Kondisi Basa Dibanding Ca Endogenus (biru), dan Ca dalam NDF (merah).

Peningkatan Ca oleh pengikatan serat bahan pakan hasil samping agroindustri pada kondisi basa juga bervariasi (Ilustrasi 4). Dibanding dengan Ca endogenus peningkatan Ca tertinggi pada kondisi basa terjadi pada bungkil sawit (754%), diikuti oleh onggok (701%), bungkil kelapa (458%), dedak padi (275%), dedak gandum (214%) dan terendah bungkil kedelai (213%). Sedangkan dibanding Ca dalam serat, peningkatan pengikatan Ca tertinggi terjadi pada onggok (331%), diikuti oleh bungkil sawit (299%), dedak padi



(146%), bungkil kelapa (134%), bungkil kedelai (75%) dan terendah dedak gandum (60%). Dalam kajian ini tampak bahwa serat dari bahan pakan hasil samping agroindustri mempunyai kemampuan dalam mengikat mineral Ca, baik pada kondisi asam maupun basa. Komponen serat pakan terdiri atas selulosa, hemiselulosa, lignin dan pektin dan komponen-komponen tersebut mempunyai kemampuan dalam mengikat serat (Weber *et al.*, 1993).

Didasarkan pada kedua kondisi kajian (asam dan basa), kemampuan mengikat serat dari bahan hasil samping agroindustri terhadap mineral Ca berbeda. Pada kondisi asam, kemampuan serat bahan pakan hasil samping agroindustri dalam mengikat Ca cenderung lebih tinggi dibanding pada kondisi basa, kecuali pada onggok. Dengan demikian kapasitas ikat serat terhadap mineral Ca dipengaruhi oleh kondisi pH. Selain dipengaruhi oleh pH, kapasitas ikat serat terhadap Ca diduga dipengaruhi pula oleh komponen penyusun serat (selulosa, hemiselulosa, lignin ataupun pektin). Selulosa, lignin dan hemiselulosa antar bahan pakan yang dievaluasi berbeda (Lampiran 4), sehingga sangat dimungkinkan jika kemampuan ikat bahan pakan tersebut terhadap Ca berbeda. Dinyatakan oleh Weber *et al.* (1993) bahwa lignin dan hemiselulosa merupakan komponen dinding sel yang aktif secara kimiawi dan berpengaruh pada penurunan ketersediaan nutrisi. Hemiselulosa merupakan heteropolisakarida, degradabilitasnya menghasilkan komposisi monomer yang berbeda, yakni arabinosa, silosa, manosa, galaktosa dan asam glukoronat. Dalam bentuk polimernya, araban, silan, manan dan galaktouronan sebagian dapat dihidrolisis dalam asam (HCl 0,1 N) dan sebagian membutuhkan normalitas asam yang lebih tinggi (Van Soest, 1994). Monomer dari hasil hidrolisis hemiselulosa tentu berbeda antar bahan pakan tersebut, sehingga gugus residu yang mempunyai kemampuan mengikat Ca berbeda yang

ditunjukkan dengan adanya koordinasi gugus bersifat asam dan netral (Madsen, 1988). Dinyatakan pula oleh Idouraine *et al.* (1996) bahwa kemampuan serat bahan pakan dalam mengikat Ca dipengaruhi oleh jumlah gugus spesifik yang dapat mengikat Ca dan atau serat tersebut mempunyai afinitas yang lebih tinggi dalam mengikat Ca.

Pencucian kembali dengan asam (*reacid washing*) pada serat bahan pakan yang telah mengikat Ca, baik dari suasana asam maupun basa, menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ). Dari suasana asam, kandungan Ca terendah pada dedak padi (0,46%) dan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dibanding kandungan Ca bahan pakan yang lain. Kandungan Ca hasil pencucian kembali dengan asam pada dedak gandum (1,18%), onggok (1,24%), bungkil kedelai (1,37%), bungkil sawit (1,43%) dan bungkil kelapa (1,77%) tidak berbeda nyata. Serat pada dedak padi dan bungkil kedelai dalam mengikat Ca tampaknya kurang kuat pada suasana asam. Hal tersebut tampak jika dibandingkan dengan kandungan Ca endogenus. Kandungan Ca pada *reacid washing* lebih rendah dibanding Ca endogenus, sedangkan untuk dedak gandum, onggok, bungkil kelapa dan bungkil sawit seratnya sangat kuat dalam mengikat Ca, sehingga kandungan Ca *reacid washing* lebih tinggi dibanding Ca endogenus. Dari kondisi basa, kandungan Ca *reacid washing* paling rendah dijumpai pada bungkil sawit (0,11%) tetapi tidak berbeda nyata dengan bungkil kelapa (0,63%) dan dedak gandum (0,66%). Kandungan Ca *reacid washing* tertinggi dijumpai pada bungkil kedelai (1,82%) dan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dibanding serat bahan pakan yang lain. Afinitas serat dan pH tampaknya sangat berpengaruh pada kapasitas ikat serat terhadap mineral Ca.

## SIMPULAN

Serat bahan pakan hasil samping agroindustri mempunyai kemampuan dalam



mengikat mineral Ca. Kapasitas ikat serat terhadap mineral Ca antar bahan pakan tersebut tersebut berbeda, bergantung pada kondisi pH dan komposisi komponen serat (selulosa, hemiselulosa, lignin dan pektin).

#### DAFTAR PUSTAKA

- American Official Analytical Chemistry (AOAC) 2000.
- Ibrahim, M.N.M., G.Zemmelink dan S. Tamminga. 1998. Release of mineral element from tropical feeds during degradation in the rumen. *Asian Australasian J Animal Sci* 11: 530 - 537.
- Idouraine, A., M.J. Khan dan C.W. Weber. 1996. *In vitro* binding capacity of wheatbran, ricebran, and oat fiber for Ca, Mg, Cu and Zn alone and in different combinations. *J Agric Food Chem* 44: 2067-2072.
- Kelsey, J.L. 1982. Effect of Fiber on Mineral and Vitamin Bioavailability. Di dalam Vahony, G.V. dan D. Kritchevsky (editor). *Dietary Fiber in Health and Disease*. New York: Plenum Press. hlm 91-104.
- Madsen, F.C. 1988. Essensial Mineral Nutrition: A Role for Coordination Chemistry. Di dalam Lyons T.P. (editor). *Biotechnology In The Feed Industry. Proceeding of Altech's Fourth Annual Symposium*. Kentucky: Altech Technical Publications. hlm 151-161.
- Pangestu, E. 2005. Evaluasi Serat dan Suplementasi Zink dalam Ransum Berbahan Hasil Samping Industri Pertanian pada Ternak Ruminansia. Sekolah Pascasajana. Institut Pertanian Bogor. (Disertasi).
- Pangestu, E., F. Wahyono dan B.I.M. Tampubolon. 2001. Status Sel Somatik pada Air Susu Sapi Di Kecamatan Selo Kabupaten Boyolali. Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro. Laporan Penelitian.
- Pangestu, E., T. Toharmat dan U.H. Tanuwiria. 2003. Nilai nutrisi ransum berbasis limbah industri pertanian pada sapi perah laktasi. *Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis* 28: 166-171.
- Scaletti, R.W., D.M.A. Phillips dan R.J. Harmon. 1999. *Using Nutrition to Improve Immunity Against Disease in Dairy Cattle. Copper, Zinc, Selenium and Vitamin E*. Lexington: Cooperative Extension Service. College of Agriculture, University of Kentucky.
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of The Ruminant*. 2<sup>nd</sup>. Comstock Publishing Associates. Cornell University Press. Ithaca.
- Weber, C.W., E.A. Kohlhepp, A. Idouraine dan L.J. Ochoa. 1993. Binding capacity of 18 fiber sources to calcium. *J Agric Food Chem* 41:1931-1935.